

人員の減少に着目した道路の巡回政策に関する研究

鳥取大学大学院 学生会員 ○五百木 竜也
 鳥取大学大学院 正会員 谷本 圭志
 鳥取大学大学院 正会員 土屋 哲

1. はじめに

地方においては、公務員数の削減や公共事業費の縮減などにより、道路の維持管理にあたる人員が減少している傾向がある。道路管理者が実施している維持管理業務の1つとして、管理対象地域における道路の巡回があり、今後は巡回の人員が減ることが予期される。

このため、人員の減少にあわせた道路の巡回に関する簡易なシミュレーションや、そもそも人員が減少した場合にどれほどの社会的費用が生じるのかを見積もっておき、今後の維持管理の具体的な姿を構想することが道路管理者に求められる。しかしながら、そのための実用的な方法は開発されていない。

本研究では、限られた人員での道路の巡回政策を導出するとともに、そのもとで生じる社会的費用を定量的に評価する手法を開発する。その上で、実際の道路ネットワークを対象として、所与の人員がどれだけ社会的費用をもたらすのか、また、どのような巡回政策が有効となるかを試算する。

2. 本研究の基本的な考え方

道路上に発生する路面の損傷や剥離、落下物、道路の付帯施設の故障など、道路上に発生した不具合を総じて以下では「故障」と呼ぶ。以下では、1日当たりの故障の数を社会的費用と呼ぶ。道路上に発生した故障は、道路管理者による道路巡回によって発見されるまで放置される。その間、交通量が少ない道路であれば故障が累積しても事故などの支障が生じるリスクは小さいが、交通量が多ければそのリスクは高まる。そこで本研究では、交通量の多さに応じて社会的費用が小さくなるようなモデルを構築する。以上の考えに基づいて、限られた人員のもとでどのように道路を巡回するのが効率的なのか、また、そのもとで道路上に発生する社会的費用を算出する。

実際のネットワーク内の道路をどのように巡回するかを検討するには、計算すべき組み合わせ数が膨大となり、多くの計算量を要することが懸念される。以下では、これを克服するための考え方を述べる。今、図1(a)のような仮想的なネットワークの巡回を考える。なお、図1中の「○」を巡回の拠点とし、それ以外のノードを交差点、リンクを道路とする。このとき、交差点の数だけどの道路を選択して巡回するかを意思決定する機会があり、拠点を出発してからそこへ戻るまでの巡回のパターン数が多く存在する。そこで本研究では、対象とするネットワーク内の道路をどのように巡回するのかについて何の先見的な情報もなく検討をするのではなく、計算量を少なくするために、図1(b)のようにネットワークを予めいくつかの地区に分類し、これらの地区をどのように巡回するかを検討する。すなわち、道路管理者が「この道路を巡回すればその次の対象は自ずとこの道路になる」という人知の情報を地区内の巡回に関して与え、その情報だけでは不足する地区間の巡回に関する意思決定を数理的に導出する。なお、本研究では、1日あたりに巡回できる地区の集合を「プラン」と呼ぶ。

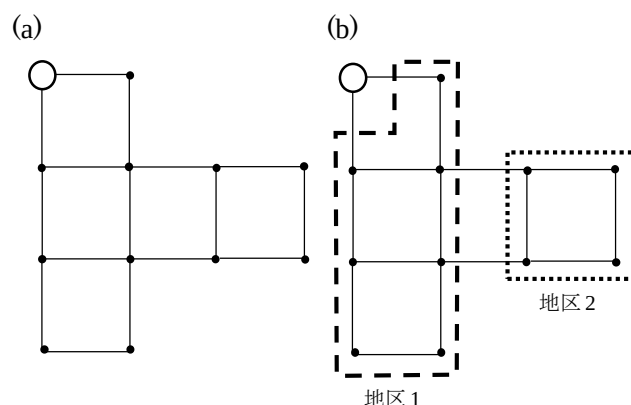


図1 地区の設定

キーワード 巡回政策, 人員削減, 社会的費用

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻

T E L 0857-31-5310

3. モデルの構築

実際の道路では1週間ごとに同様の巡回がなされるといったように、規則的な周期があるのが一般的である。そこで以下では、道路の巡回に関する周期（以下、「周期」と略す）を与え、そのもとでの巡回政策を導出する。なお、本研究での巡回政策とは、所与の周期のもとでどのプランを何回選択するかを指している。周期が f 日であるとき、その周期内にプラン i ($1 \leq i \leq m$) を選択する回数を変数 x_i で表すと、式(1)が成立する。また、 f 日以内にどの地区に少なくとも1回以上の巡回がなされるとする。すると、この制約は式(2)で表すことができる。ここで a_{ik} は、地区 k がプラン i における巡回の対象である場合1、そうでない場合0の値をとる。

故障の発生はポアソン過程に従うと仮定する。ここで地区 k における交通量を F_k 、道路の延長を L_k 、故障率を λ_k で表す。すると、周期が f 日のもとでの地区 k における社会的費用は式(3)の左辺で表される。本研究では、交通量の多い地区ほど社会的費用が小さくなるように定式化する。具体的には、式(3)のように各地区における社会的費用が交通量の逆数に比例するようにしつつ、社会的費用を最小化する。

ただし、式(3)を求めるだけでは解を一意に特定することができない。そこで、式(3)を辞書式順序で最小化することで、解を求める。

$$\sum_{i=1}^m x_i = f \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m a_{ik} x_i \geq 1 \quad (2)$$

$$\frac{\lambda_k L_k \left(f - \sum_{i=1}^m a_{ik} x_i \right)}{f} \leq \frac{\alpha}{F_k} \quad (3)$$

$\alpha \rightarrow \min$

4. 事例分析

対象地域を鳥取県東部の智頭町、八頭町、若桜町とし、これら3町内の県道および一部の国道の計27路線を管理している道路管理者が記録した巡回業務日誌のデータ（平成25年度分）を用いる。これらには、巡回時に道路上に発見した故障の日時、種類、個数、路線名、作業内容が記入されている。なお、

対象地域においては、智頭町についてA,B,C（3地区）、八頭町についてD,E,F（3地区）、若桜町についてG,H（2地区）に分類する。

人員が2~6人について、いくつかの周期を与えた上で計算を行う。その際、各人員のもとで社会的費用が最も小さい周期を最適な巡回政策として導出する。導出された巡回政策のもと、30日間の各地区への巡回回数を図2、各人員のもとでの社会的費用を図3に示す。

図2より、人員が6人から4人へ減少した場合、地区A,B,E,F,Hへの巡回回数が他の地区に比べて大幅に減少していることがわかる。このことより、人員の変化に応じて巡回政策の見直しが必要であることがわかる。

図3より、人員が多いほど社会的費用が小さくなることが分かる。このことより、人員が社会的費用に影響を与えていることが分かり、人員の減少は直ちに社会的費用の増加に直結することが明らかになった。

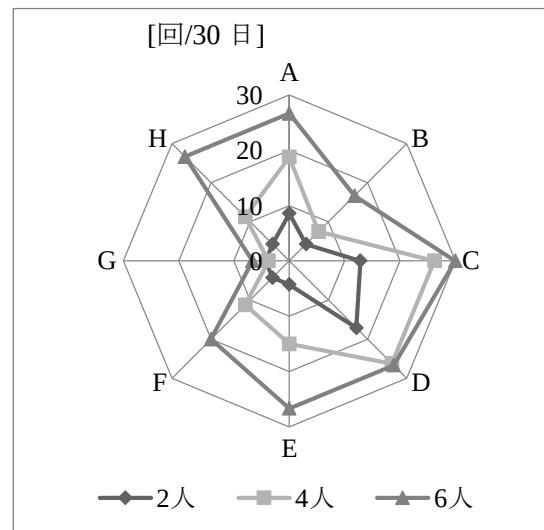


図2 人員別の各地区への巡回回数

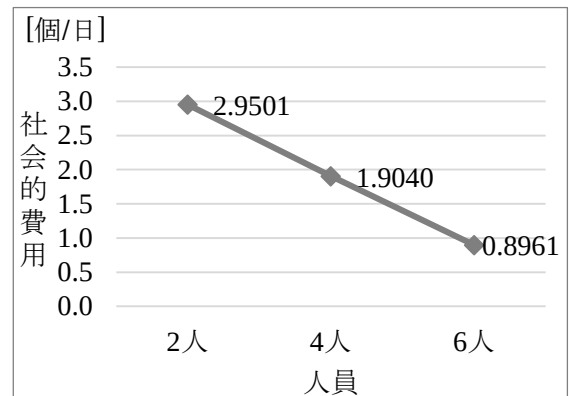


図3 各人員のもとでの社会的費用